

5. Изложите принципиальную сущность и основные параметры процесса электротермического напряжения арматуры. Дайте схемы применяемой при этом системы анкеровки нагретых стержней.

## Глава 21. Ручные машины.

### 21.1. Общие сведения.

*Ручными машинами* - называют рабочий орган которых приводится в движение двигателем, а вспомогательное движение (*подача*) - оператором вручную. Ручные машины применяют в строительстве для выполнения самых разнообразных работ. Ради комплексного описания механизации отдельных видов работ некоторые из этих машин были рассмотрены ранее. В целом же ручные машины принято классифицировать следующим признакам:

**по принципу действия** - различают машины *непрерывно-силовые* и *импульсно-силовые*.

К первым относятся машины с непрерывно вращающимся рабочим органом (*сверлильные, шлифовальные машины, дисковые пилы* т.п.). Возникающий при работе этих машин реактивный момент воспринимается оператором, что является их существенным недостатком и накладывает определенные ограничения на мощность их приводов.

Ко вторым относятся машины, работающие в *прерывисто-импульсном* режиме - *ударном* (молотки, перфораторы, вырубные ножницы) и *безударном* (ножевые ножницы). Машины ударного действия могут работать в *чисто ударном* (молотки, бетоноломы, трамбовки), *ударно-поворотном* (перфораторы) или *ударно-вращательном* (гайковерты) режимах;

**по характеру движения рабочего органа**- различают ручные машины с *вращательным, возвратным сложным движением*. К первой группе относятся машины как с *круговым вращательным движением* (дисковые пилы, сверлильные машины, бороздоделы и т.п.), так и машины с движением рабочего органа по *замкнутому контуру* (цепные и ленточные пилы, долбежники, ленточные шлифовальные

машины и т. п.). Возвратное движение рабочего органа реализуется в машинах с *возвратно-поступательным* (ножницы, напильники, лобзики и т.п.), *иколебательным* (вибровозбудители) движениями рабочего органа, а также в машинах *ударного действия* (трамбовки, молотки, пневмопробойники и т.п.). К ручным машинам со сложным движением относятся машины ударно-поворотного и ударно-вращательного действия и машины с иными видами движений рабочего органа, не соответствующими приведенным выше характеристикам;

***по режиму работы***- ручные машины делят на машины *легкого, среднего, тяжелого и сверхтяжелого* режимов. В легком режиме работают сверлильные машины, в сверхтяжелом - все типы машин ударного действия.

Ручные машины могут быть *реверсивными и нереверсивными, одно-и многоскоростным, с дискретными бесступенчатым регулированием рабочих скоростей*.

***по назначению и области применения*** -ручные машины подразделяют на машины *общего назначения* для обработки различных материалов, машины *для обработки металлов, дерева, пластмасс, камня бетона*, машины *для работы по грунту* машины *для сборочных работ*. Особую группу составляют универсальные машины с комплектом насадок для выполнения определенных видов работ;

***по виду привода*** - ручные машины могут быть *электрическими, пневматическими, гидравлическими*, с приводом от двигателей *внутреннего сгорания*, а также *пиротехнические*.

Электрическим ручным машинам присваивают три *класса защиты* от поражения электрическим током. Машины с номинальным напряжением более 42В имеют I и II класс защиты. У них доступные для прикосновения металлические детали отделены от частей, находящихся под напряжением, только рабочей (машины I класса) или двойной, усиленной (машины II класса), изоляцией. Ручные машины с номинальным напряжением до 42 В, питающиеся от автономных источников электроэнергии, либо от преобразователей или трансформаторов с отдельными обмотками имеют III класс защиты;

***по конструктивному исполнению*** - ручные машины с вращающимся рабочим органом делят на прямые и угловые, соответственно при совпадающих (параллельных) осях вращения рабочего органа и привода или расположенных под углом друг к другу.

**Основными параметрами** - ручных машин являются: *потребляемая мощность, напряжение, род, сила и частота тока* (для электрических машин); *рабочее давление сжатого воздуха* (для пневматических машин).

Единой системы индексации ручных машин не существует. Индексы определяют разработчики машин и их изготовители. Наиболее широко используют индексы, состоящие из буквенной и цифровой частей. Первой буквой «И» обозначают все ручные машины («механизированный инструмент»), вторая буква обозначает вид привода: Э - электрический, Г - гидравлический, П - пневматический, Д - от двигателя внутреннего сгорания. Первая цифра цифровой части индекса обозначает группу машин: 1 - сверлильные, 2 - шлифовальные, 3 - резьбозавертывающие, 4 - ударные, 5 - фрезерные, 6 - специальные и универсальные, 7 - многошпиндельные, 8 - насадки и головки инструментальные, 9 - вспомогательное оборудование, 10 - резервная группа. Вторая цифра обозначает исполнение машины: 0 - прямая, 1 - угловая, 2 - многоскоростная, 3 - реверсивная. Последними двумя цифрами обозначают номер модели. Буквы после цифр обозначают очередную модернизацию. Например, индекс ИЭ-1202А расшифровывается как ручная электросверлильная многоскоростная машина второй модели, прошедшая первую модернизацию.

Чаще всего ручные машины используют в строительстве в условиях ограниченного пространства и времени, в связи с чем к этим машинам предъявляются требования компактности и комплектности, обеспечивающие удобство перемещения и быстроту запуска машины в работу. Конструкция машины должна исключать возможность получения оператором травм, поражения электрическим током, шумо и виброболезни, а ее внешний вид должен отвечать требованиям эстетики. Соответственно первому требованию при разработке и изготовлении ручных машин стремятся максимально снизить их массу и габаритные размеры. Желательно, чтобы эти машины работали с минимальными потерями энергии. Однако в ряде случаев это требование не является обязательным. Так, пневматические ручные машины имеют значительно меньший КПД по сравнению с электрическими, но они легче и безопаснее. Коллекторный двигатель имеет меньший КПД, чем асинхронный, но из-за меньшей массы машин с коллекторными двигателями их применяют чаще. Форма и расположение рукояток, выключателей, а также уравновешенность и внешний вид современных ручных машин обеспечивают

максимальное удобство в работе и отвечают современным требованиям технической эстетики. В конструкциях ручных машин широко использован принцип поузловой унификации, обеспечивающий снижение трудоемкости и стоимости их изготовления и ремонта.

## 21.2. Ручные машины для образования отверстий.

К ручным машинам для образования отверстий относятся ручные сверлильные машины и перфораторы. Ручные сверлильные машины по объему выпуска занимают первое место среди ручных машин. Они предназначены для сверления глухих и сквозных отверстий в металле, дереве, пластмассе, бетоне, камне, кирпиче и других материалах. Эти машины являются базовыми для создания универсальных ручных машин.

Ручные сверлильные машины являются машинами с вращательным движением рабочего органа, работают в легком режиме, могут быть *реверсивными и нереверсивными, одно и многоскоростными с дискретным, бесступенчатыми смешанным регулированием частоты вращения рабочего органа.*

Они приводятся в движение *электрическими, пневматическими или гидравлическими* двигателями. По защите от поражения током электрические машины выпускают всех трех классов.

По конструктивному исполнению эти машины бывают *прямыми и угловыми*. Последние применяют для работы в труднодоступных местах.

Основными сборочными единицами ручной сверлильной машины являются заключенные в корпус двигатель, редуктор, рабочий орган - шпиндель и пусковое устройство. На рис. 21.1 показана электрическая ручная сверлильная машина. Статор 4 и ротор 5 электродвигателя встроены в корпус 2.

Движение шпинделю 1 передается через двухступенчатый зубчатый редуктор 3. Электродвигатель, охлаждаемый крыльчаткой 8 вентилятора, посаженной на вал ротора, питается от внешней электросети, с которой он соединен кабелем 7. Его запускают выключателем 6. Чаще выключатель находится во включенном положении, будучи прижатым пальцем руки оператора. При отпуске пальца он размыкает электрическую цепь. При

необходимости длительное время удерживать выключатель во включенном положении его фиксируют специальной кнопкой.

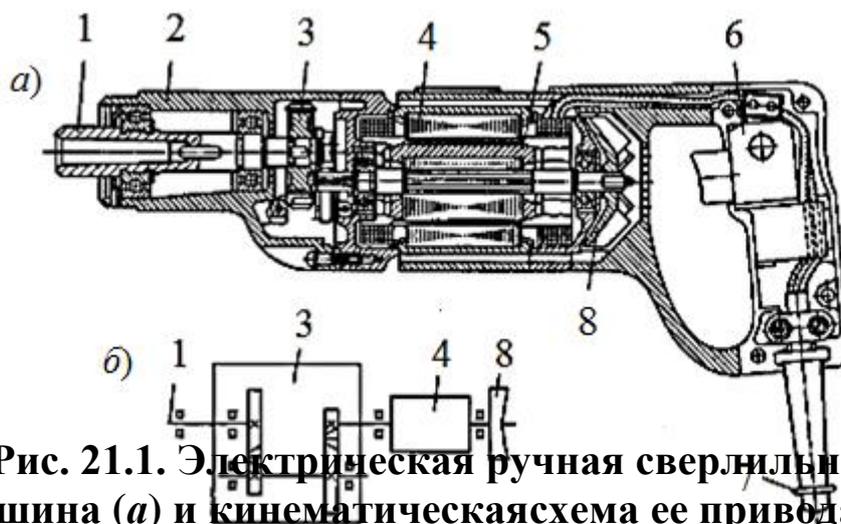


Рис. 21.1. Электрическая ручная сверлильная машина (а) и кинематическая схема ее привода (б).

В пневматической сверлильной машине источником движения является встроенный в ее корпус пневмодвигатель, питаемый сжатым воздухом от внешнего источника и запускаемый выключателем, открывающим клапан для прохода сжатого воздуха к двигателю.

**Сверлильные машины ударно-вращательного действия** более эффективны для работы с хрупкими материалами. В них при непрерывном вращении рабочего органа специальным механизмом наносятся удары по материалу в осевом направлении. Обычно такие машины имеют многоскоростной привод с *дискретным* или *бесступенчатым регулированием рабочих скоростей*. Наиболее распространены машины с четырьмя ступенями скоростей. Две ступени обеспечиваются двухступенчатым редуктором, а две другие - отключением части витков полюсных катушек, вследствие чего снижается магнитный поток двигателя и увеличивается частота вращения его якоря. Диапазон регулирования частоты вращения шпинделя в таких машинах составляет 0...10000 об/мин.

На базе ручных сверлильных машин с регулируемой частотой вращения шпинделя выпускают универсальные ручные машины с комплектом насадок для выполнения различных работ: сверления и резки металлов, снятия фасок, развертывания отверстий, нарезания резьбы и сборки резьбовых соединений и т.п.

Потребляемая мощность двигателя (кВт) электросверлильной машины находится примерно в прямой пропорциональной зависимости от диаметра  $D$ (мм) отверстия (сверла):  $P = 0,018 D$ .

**Ручные перфораторы** применяют, в основном, для образования отверстий в различных материалах. Некоторые модели могут работать в режимах молотка и сверлильной машины. Перфораторы являются *импульсно-силовыми* машинами со сложным движением рабочего органа — бура, для чего в трансмиссии перфоратора имеются ударный и вращательный механизмы, иногда конструктивно совмещенные. Основными параметрами перфораторов являются *энергия и частота ударов*.

По назначению различают перфораторы для образования неглубоких отверстий (300...500 мм) в материалах прочностью 40...50 МПа и глубоких отверстий (2000...4000 мм и более) в материалах практически любой прочности (200 МПа и более).

По типу привода перфораторы подразделяют на машины с *электрическим* (электромеханическим и электромагнитным), *пневматическим* приводом и от *двигателей внутреннего сгорания*.

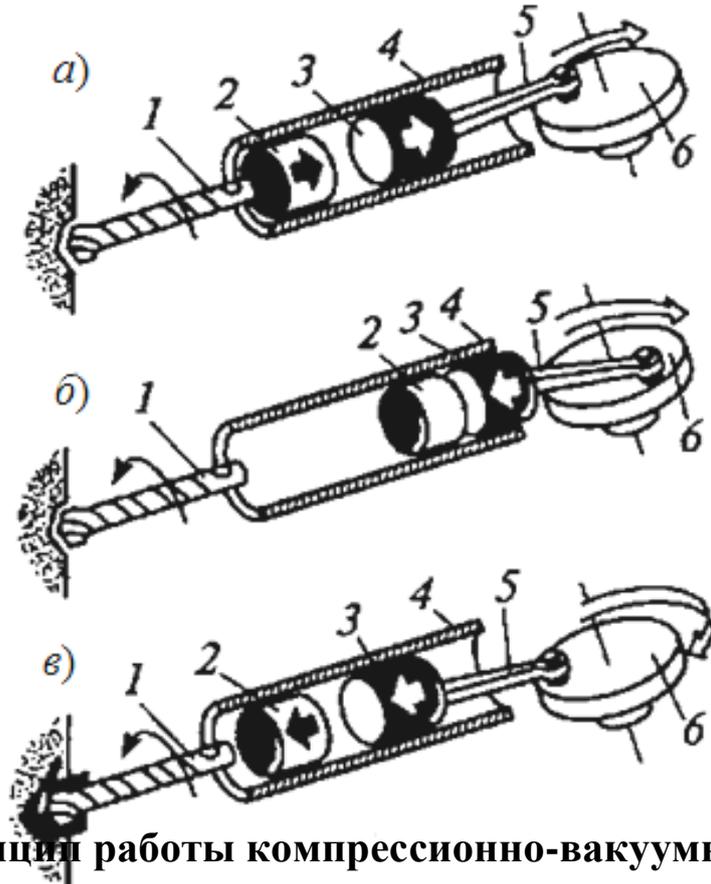
**Электромеханические перфораторы** с энергией удара до 10 Дж применяют для образования отверстий диаметром 5...80 мм глубиной 600...700 мм и более в бетоне, кирпичной кладке и других строительных материалах и конструкциях. При массе до 16 кг перфоратор может занимать любое положение относительно образуемого отверстия, а перфораторы большей массы работают только в направлении сверху вниз. Перфораторы с коллекторными электродвигателями с двойной изоляцией питаются от сети переменного тока номинальной частоты напряжением 220 В, а перфораторы с асинхронными короткозамкнутыми двигателями, снабженные защитноотключающими устройствами, - от трехфазной сети.

Перфораторы с энергией удара более 10 Дж массой 30...35 кг работают, как правило, от асинхронного электродвигателя. Их применяют для образования отверстий в крепких материалах диаметром 32...60 мм при глубине до 6 м. Без специальных устройств они работают обычно в направлении сверху вниз. Отечественная промышленность выпускает электромеханические перфораторы с энергией удара 1... 25 Дж.

Ударные механизмы перфораторов могут быть *пружинными, воздушными* (компрессионно-вакуумными) и *комбинированными*.

Наиболее распространены компрессионно-вакуумные механизмы, принцип работы которых показан рис. 21.2. При вращении кривошипа бсоединенный с ним шатуном 5 поршень 3 совершает

возвратно-поступательное движение в направляющей гильзе 4. При движении поршня вправо в камере между поршнем и бойком 2 создается разрежение, вследствие чего боек перемещается вслед за поршнем (см. рис. 21.2, а). При возвратном движении поршня за счет повышающегося в камере давления воздуха поршень перемещается влево (см. рис. 21.2, б) и в конце этого движения наносит удар по буру 1 (см. рис. 21.2, в).



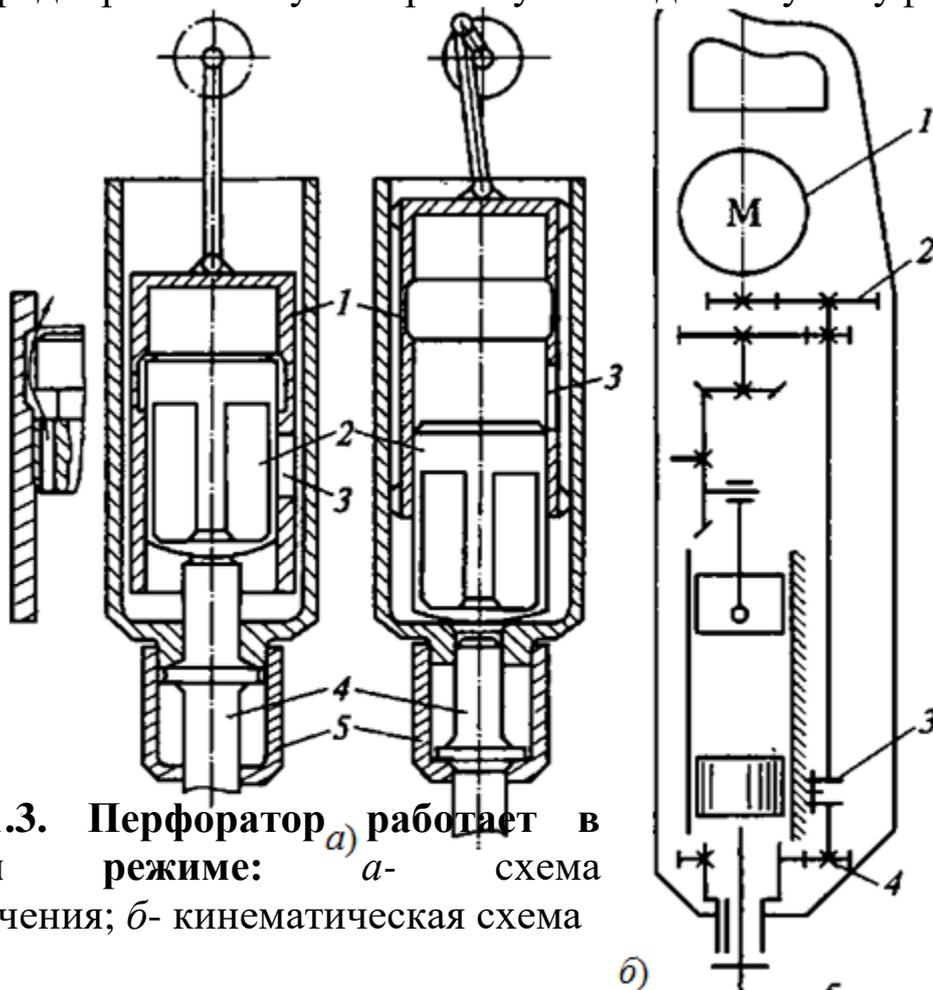
**Рис. 21.2. Принцип работы компрессионно-вакуумного ударного механизма.**

Перфоратор работает в ударном режиме только после нажатия на его корпус в направлении обрабатываемого отверстия, когда хвостовик бура 4, переместившись в держателе 5 вверх, ограничивает нижнее перемещение бойка 2, перекрывающего окно 3 в поршне (рис. 21.3,а).

После прекращения нажатия на корпус бур вместе с бойком опускается в держателе вниз. При возвратно-поступательном движении поршня 1 камера между ним и бойком сообщается через окно 3 с атмосферой, и разрежения в нем не происходит, а следовательно, боек остается в нижнем неподвижном положении.

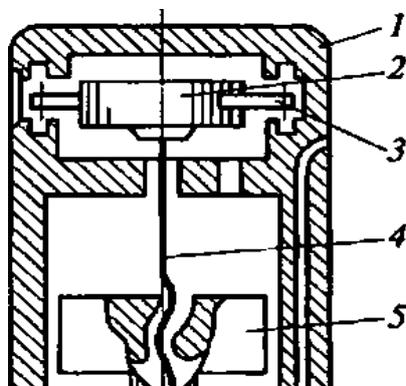
Механизмы вращения бура могут быть кинематическими и динамическими. В кинематическом механизме вращение буру 5

(рис. 21.3,б) передается от электродвигателя 1 через систему зубчатых передач 2 и 4. Для ограничения крутящего момента, во избежание получения оператором травм при заклинивании бура, в трансмиссию вводят предохранительную шариковую или дисковую муфту 3.



**Рис. 21.3.** Перфоратор *а)* работает в ударном режиме: *а-* схема переключения; *б-* кинематическая схема

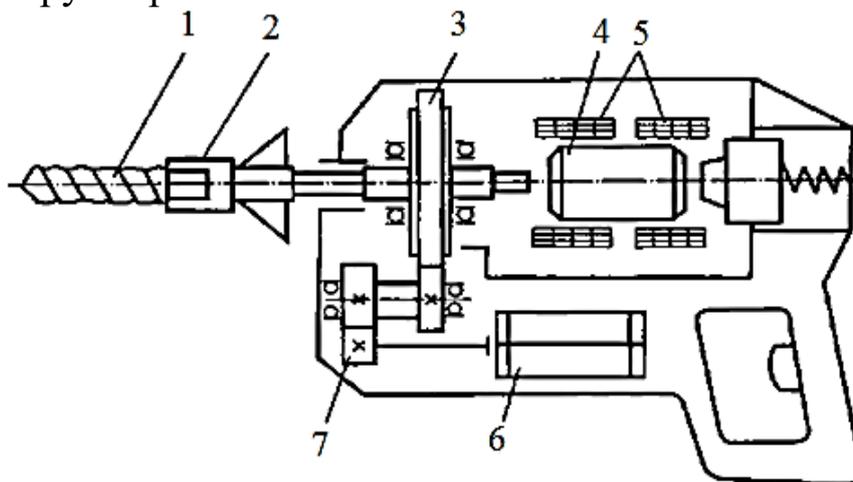
На рис. 21.4 приведена принципиальная схема динамического поворотного механизма с импульсным поворотом вставленного в бусу ббура 7 на некоторый угол во время холостого хода бойка 5. Последний соединен подвижным шлицевым соединением с поворотной буксой 6, свободно посаженной в корпус перфоратора 1, и винтовым соединением со стержнем 4, на конце которого закреплено храповое колесо 2 с собачкой 3. При движении вверх боек вместе с буксой проворачивается на застопоренном храповом механизме винтовом стержне 4, при движении вниз срабатывает храповой механизм, позволяя провернуться винтовому стержню вместе с храповым колесом.



**Рис. 21.4. Динамический поворотный механизм перфоратора.**

*В электромагнитных перфораторах,* называемых также *фугальными*, вращение бура 1 (рис. 21.5) с буксой 2 передается от электродвигателя бчерез редуктор 7 с муфтой предельного момента 3, срабатывающей при заклинивании бура. Возвратно- поступательное движение бойка 4с ударами по хвостовику рабочего органа осуществляется переменным магнитным полем от катушек 5.

*Пневматические перфораторы* отличаются от электромеханических типом двигателя пневмодвигателем, работающим от компрессора. В частности, в перфораторах с динамическим поворотным механизмом основное движение - возвратно-поступательное перемещение бойка-поршня обеспечивается попеременной подачей сжатого воздуха в поршневую и штоковую полости. Импульсное вращение рабочему органу передается, как и у электромеханического перфоратора, через винтовую пару и храповой механизм.



## Рис. 21.5. Принципиальная схема устройства перфоратора.

*Редкоударные гайковерты* предназначены для затяжки резьбовых соединений диаметром до 18...48 мм редкими мощными ударами одинаковой энергии, в 15...25 раз превышающей энергию единичного удара частоударной машины. По сравнению с частоударными гайковертами аналогичного класса они имеют меньшую (на 15...35%) мощность двигателя, габаритные размеры, массу машины (на 20...40%), больший (в 2...3 раза) к.п.д. процесса затяжки, пониженный уровень шума и практически вибробезопасны.

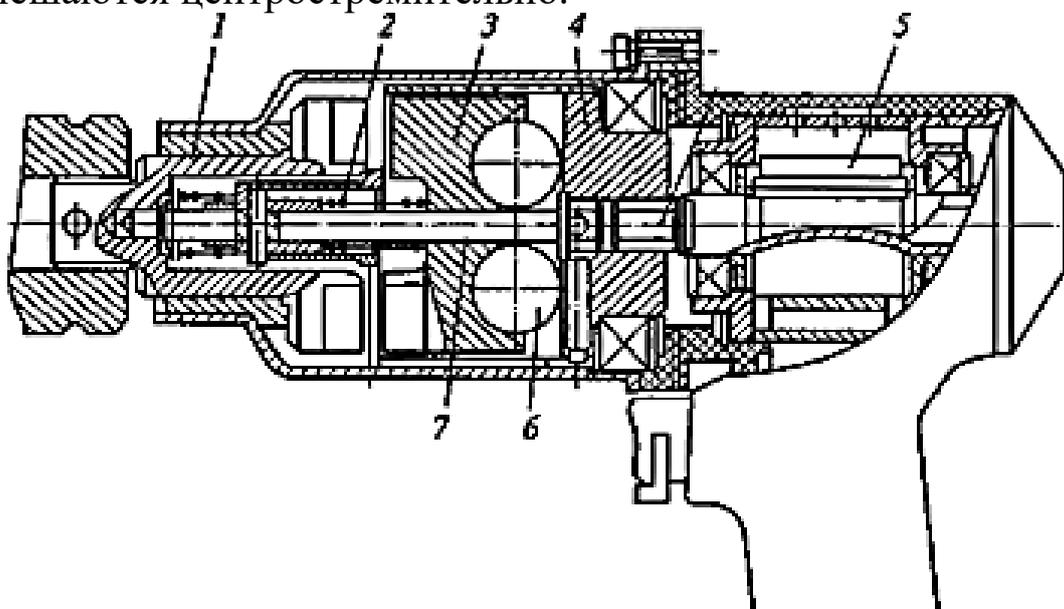
Редкоударные гайковерты отличаются от частоударных конструкцией и принципом действия ударно-вращательного механизма. Составными частями каждого гайковерта являются корпус, электродвигатель с вентилятором и устройством для подавления радиопомех, редуктор, ударно-вращательный механизм, специальная эксцентриковая муфта, основная рукоятка со встроенными

По мере достижения ударником заданной угловой скорости грузы 13 под воздействием центробежной силы смешаются к периферии в радиальном направлении по наклонным поверхностям 4 и 6 ведущей и ведомой частей ударника, вызывая перемещение последней в осевом направлении и сжатие пружин 10 и 11. Одновременно вступает в работу синхронизирующий механизм, который во взаимно ориентированном положении кулачков 7 и 8 шпинделя 9 и ударника отделяет его ведомые части 5 и 12. Под действием пружины 10 одна ведомая часть 5 смещается в обратном направлении, а вторая 12 с кулачками 7, толкаемая центробежными грузами 13, продолжает двигаться к шпинделю до тех пор, пока не будет обеспечено зацепление кулачков 7 и 8 на полную высоту. Происходит удар, при котором кинетическая энергия вращающегося ударника передается шпинделю и закрепленному на нем ключу. Затем ведомые части ударника под действием пружин 10 и 11, а также центробежные грузы 13 возвращаются в исходное положение, после чего цикл затяжки повторяется. Процесс затяжки осуществляется 4...15 ударами. Оператор отключает гайковерт при отсчете необходимого числа ударов.

Редкоударные гайковерты обладают большей точностью. Основным их параметром является энергия удара, составляющая около 25 Дж. По сравнению с частоударными машинами они имеют меньшую

массу (на 20...40%) и более высокий КПД. Их применяют для сборки резьбовых соединений диаметром 22...52 мм при тарированном моменте затяжки 400... 5000 Н м. Продолжительность сборки одного соединения составляет 3... 8 с.

**В пневматическом редкоударном гайковерте** (рис. 21.6) ведущая часть 4 ударного механизма приводится во вращение от пневматического ротационного двигателя. Ведомая часть (ударник) 3 посажена свободно на валик 7 и может перемещаться по нему в осевом направлении. В нерабочем состоянии ударник, отжимаемый пружиной 2, занимает крайнее правое положение. При включенном двигателе контактирующие с ведомой частью шарики (центробежные грузы) бприходят во вращение и за счет возникающих при этом центробежных сил перемещаются центробежно в радиальном направлении, отжимая ударник, который кулачками на его торцевой поверхности ударом входит в зацепление с кулачками шпинделя 1. В начале процесса, когда сопротивление вращению шпинделя невелико, деталь резьбового соединения завинчивается без отключения шпинделя от ударника. В конце затяжки, с возрастанием сопротивления вращению, скорость шпинделя и ударника уменьшается, вследствие чего снижаются также окружная скорость центробежных грузов и действующие на них центробежные силы, и грузы перемещаются центростремительно.



**Рис. 21.6. Пневматический редкоударный гайковерт.**

При этом пружина 2 перемещает ударник вправо, выводя его кулачки из зацепления с кулачками шпинделя. Освободившись от внешней нагрузки, ударник приходит в ускоренное вращение, и

процесс ударного включения и отключения кулачкового соединения повторяется.

Для сборки резьбовых соединений диаметром 100...200 мм, например, при монтаже крупного технологического оборудования, применяют гайковерты с гидравлическим приводом, питаемые централизованно от насосной станции.

**Монтажные сборочные молотки или пистолеты** применяют для забивки крепежных изделий (гвоздей, скоб, дюбелей). Крепежное изделие вставляют в ствол пистолета и одноразовым воздействием на него поршня-ударника забивают его в деревянное, металлическое, кирпичное или бетонное основание. В зависимости от вида привода различают пороховые, пневматические и электромагнитные молотки.

**Пороховые молотки** (рис. 21.7) предназначены для забивки дюбелей различного исполнения (дюбель-гвоздь, дюбель-винт с винтовой нарезкой хвостовика) в бетон до марки 400 включительно, сталь с пределом прочности до 450 МПа, кирпич. В работе порохового молотка используется принцип действия огнестрельного оружия.

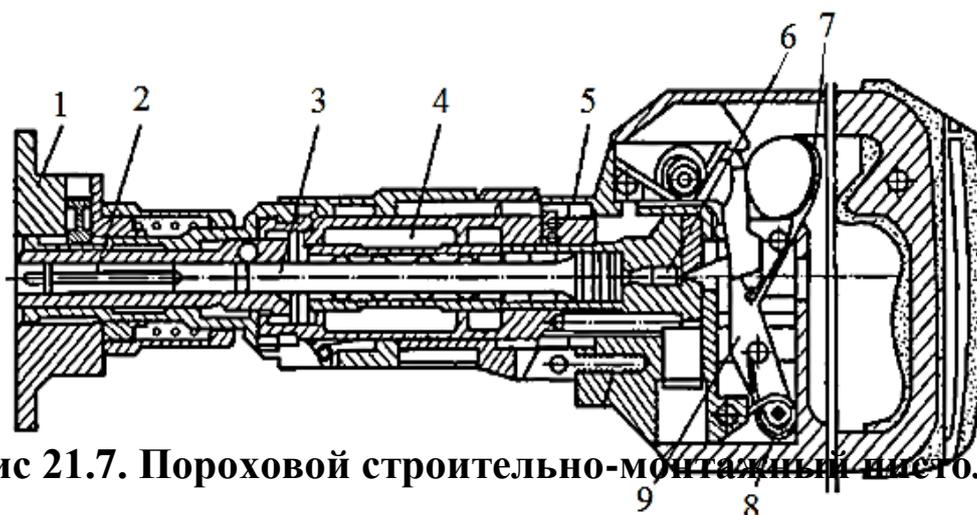


Рис 21.7. Пороховой строительно-монтажный пистолет.

Дюбель 2 и пороховой патрон вставляют в ствол 5. Далее молоток прижимают установленным на переднем конце прижимом 1 к основанию, предназначенному для забивки дюбеля, и нажимают на спусковой рычаг 7. Под действием пружины 8 рычаг 9 ударяет острием наконечника в капсюль патрона, вследствие чего находящееся в нем воспламеняющееся от удара вещество поджигает порох. Образующиеся при этом пороховые газы, увеличиваясь в объеме, выталкивают из ствола поршень 3, который ударяет по хвостовику дюбеля, внедряя его в основание. После перемещения поршня в переднюю часть ствола полость последнего соединяется с камерой 4,

через которую отработанные пороховые газы выбрасываются в атмосферу.

Тип патронов выбирают в зависимости от размеров забиваемых дюбелей и механических свойств оснований. Пороховые молотки комплектуют сменными стволами и поршневыми группами соответственно размерам дюбелей.

**Клепальные молотки** предназначены для установки заклепок диаметром до 36 мм в отверстия соединяемых клепкой металлических конструкций и их пластического деформирования (осаживания) в холодном и горячем состояниях с образованием замыкающей головки. В качестве рабочего инструмента используют *обжимки*. Молотки работают в виброударном режиме. Наибольшее распространение получили *пневматические клепальные молотки* (рис.21.8), представляющие собой поршневые двухкамерные машины, обычно с клапанной системой воздухораспределения. Основными параметрами молотков являются: энергия единичного удара, частота ударов, ударная), представляющие собой поршневые двухкамерные машины, обычно с клапанной системой воздухораспределения. Основными параметрами молотков являются: энергия единичного удара, частота ударов, ударная мощность и удельный расход воздуха.



**Рис. 21.9. Пневматический клепальный молоток:**  
1-рукоятка с пусковым устройством; 2 - золотниковое воздухораспределительное устройство; 3 - ствол с ударной парой; 4 - концевая бокса.

Для молотков холодной клепки с использованием заклепок из алюминиевых сплавов и малоуглеродистой стали Ст1 кп значения этих параметров составляют до 13 Дж; 30...45 Гц; до 400 Вт; 2,45 м<sup>3</sup>/(мин/кВт); для молотков горячей клепки с использованием заклепок из стали 20кп - соответственно 22,5...70 Дж; 8... 18 Гц; 400...560 Вт;

2,45 м<sup>3</sup>/(мин/кВт). В последнее время созданы клепальные молотки с гидроприводом.

### 21.3. Ручные машины для шлифования материалов.

Ручные шлифовальные машины по объему выпуска занимают второе место после ручных сверлильных машин, что объясняется большим разнообразием выполняемых ими операций и возможностью обработки самых различных материалов. Ими зачищают поверхности, сварочные швы, снимают грат после газовой резки металла, режут трубы и профильный металл, снимают фаски под сварку листового металла и труб, удаляют наплывы на металле, шлифуют металлические изделия, а также мрамор, гранит, зачищают ступени лестничных маршей и т. п.

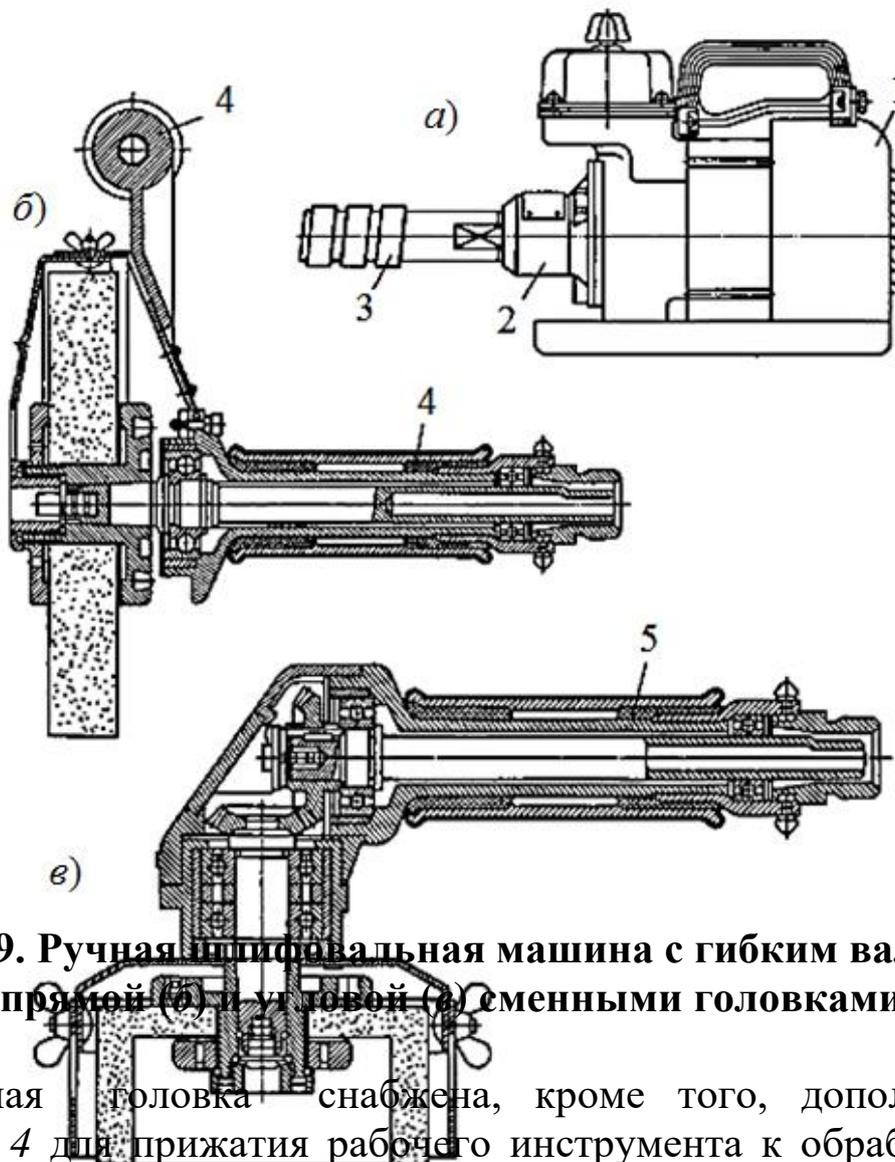
Ручные шлифовальные машины относятся к *непрерывно-силовыми* могут быть с *вращательным, замкнутыми* сложными движениями рабочего органа. В качестве приводов используют пневматические и *электрические* двигатели всех трех классов защиты от поражения электрическим током.

По конструктивному исполнению шлифовальные машины могут быть: с *вращательным движением* рабочего органа *прямыми, угловыми, торцовыми* и с *гибким валом*, машины с *замкнутым движением барабанного типа*, машины со *сложным движением площадочного типа*.

В строительстве используют преимущественно машины вращательного движения. В качестве рабочего инструмента в прямых и угловых машинах и головках (в случае машин с гибким валом) применяют *абразивные круги, эластичные диски, металлические щетки*, а также *войлочные, фетровые и хлопчатобумажные круги*, реже *шлифовальные шкурки* на матерчатой основе. Главным параметром прямых и угловых машин и головок является *диаметр абразивного круга* (40... 160 мм - для прямых и 80...230 мм - для угловых).

**Шлифовальная машина с гибким валом** (рис. 21.9, а) состоит из вынесенного электродвигателя 7 и двух сменных головок - прямой (рис. 21.9, б) и угловой (рис. 21.9, в). Вращательное движение шлифовальным головкам от электродвигателя передается гибким валом 3, который соединен с двигателем кулачковой муфтой 2 одностороннего вращения. В случае включения двигателя на реверсивное движение муфта отключает гибкий вал от двигателя,

предохраняя его от возможного повреждения при таком включении. Другой конец гибкого вала соединяется с одной из указанных выше шлифовальных головок. Оператор удерживает шлифовальную головку за рукоятку 5 (см. рис. 21.9, б и в), облицованную виброзащитным слоем на резиновой основе.



**Рис. 21.9. Ручная шлифовальная машина с гибким валом (а) и прямой (б) и угловой (в) сменными головками.**

Прямая головка снабжена, кроме того, дополнительной рукояткой 4 для прижатия рабочего инструмента к обрабатываемой поверхности.

Эффективность работы шлифовальных машин в значительной мере зависит от режима работы, прежде всего, от стабилизации частоты вращения рабочего органа при изменении внешней нагрузки, а также от прочности и износостойкости рабочего инструмента. В машинах с асинхронными электрическими двигателями стабильность частоты вращения обеспечивается жесткой механической характеристикой самого двигателя, а в машинах с коллекторными двигателями, имеющими мягкую механическую характеристику, для этой цели применяют электронные регуляторы, дублированные

независимыми центробежными предохранительными устройствами. Их устанавливают на валу якоря двигателя. Они отключают питание двигателя от сети при превышении номинальной частоты вращения более чем на 15 %. Эта мера вызвана необходимостью предотвратить разрыв шлифовального круга при предельной частоте его вращения на холостом ходу в случае выхода из строя электронного регулятора.

В машинах с пневматическими двигателями частоту вращения стабилизируют центробежными регуляторами  $\delta$ , частично перекрывающими входное отверстие для сжатого воздуха, поступающего в двигатель, при повышении его частоты вращения и тем самым уменьшающим последнюю.

**Шлифовальные круги** используют в качестве основного вида рабочего инструмента при работе шлифовальных машин с вращательным движением рабочего органа. Они состоят из естественных или искусственных абразивных кристаллов высокой твердости и прочности и керамической, бакелитовой или вулканитовой связок. Круги с керамической связкой обладают высокой прочностью и износостойкостью, не засаливаются и легко режут металл, но чувствительны к ударным нагрузкам и нагрузкам на изгиб и не применяются для работы с окружной скоростью более 35 м/с. Крути с бакелитовой связкой обладают высокой прочностью и упругостью, что позволяет изготавливать их толщиной менее 1 мм и работать со скоростью до 75 м/с при выполнении отрезных операций. Круги с вулканитовой связкой более упруги, они эластичны, обладают высокой режущей способностью, но имеют низкую теплостойкость, из-за чего их рабочие скорости не превышают 18 м/с.

Для резки различных материалов применяют **армированные отрезные круги**, состоящие из электрокорунда или карбида кремния, бакелитовой связки, стеклосетки и металлической втулки для точной посадки круга на шпиндель машины. Допустимая скорость этих кругов 80...110 м/с. Армированные круги обладают повышенной стойкостью на излом при боковых нагрузках. При резке круг подают на разрезаемую деталь так, чтобы плоскость его вращения была перпендикулярна разрезаемой поверхности, а при зачистке угол между плоскостью вращения круга и зачищаемой поверхностью должен быть в пределах 15...40°.

Плоско и ленточно-шлифовальные машины применяют для выполнения доводочных работ. В *плоскошлифовальной машине* рабочий орган в виде платформы с закрепленной на ней шлифовальной

шкуркой совершает сложное, возвратно-поступательное или орбитальное плоскопараллельное движение в плоскости обработки. Основными параметрами этих машин являются размер платформы и частота возвратно-поступательных движений.

Рабочим органом *ленточно-шлифовальной машины* является натянутая на два барабана (приводной и натяжной) бесконечная абразивная лента, совершающая движение по замкнутой траектории. Основными параметрами этих машин являются размеры абразивной ленты и скорость ее движения. Оба типа машин оборудуют устройствами для отсоса пыли - продуктов шлифования.

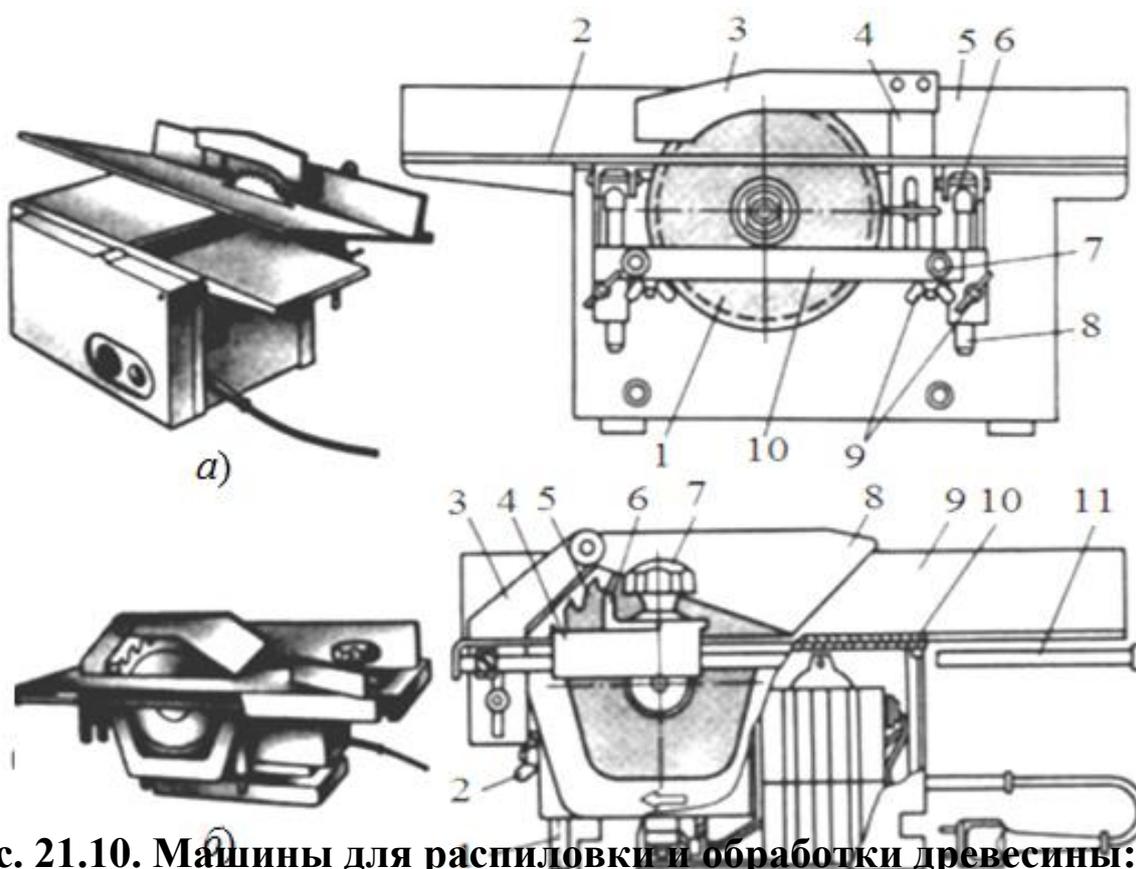
#### **21.4. Электрические машины для обработки древесины.**

Для обработки древесины при выполнении строительно-монтажных и отделочных работ используют: деревообрабатывающие, распиловочные, строгальные машины, рубанки, дисковые пилы, долбежники и лобзики с электронным регулированием частоты двойных ходов рабочего органа. Рубанки, дисковые пилы, долбежники и лобзики имеют II класс защиты и изготавливаются на базе однофазных коллекторных двигателей с двойной изоляцией.

*Деревообрабатывающая машина* (рис. 21.10, а) предназначена для распиловки древесины вдоль и поперек волокон, строгания и фугования вдоль волокон, сверления и фрезерования древесины. Она представляет собой компактное настольное переносное устройство с набором сменных приспособлений для пиления, сверления, строгания и фрезерования. Составными частями машины являются фугальный механизм, прижимное приспособление для пиления и фрезерования, стол для сверления и фрезерования, защитное приспособление. В фугальный механизм входят асинхронный однофазный электродвигатель мощностью 0,9 кВт на напряжение 220 В, алюминиевый барабан со строгальными ножами и клиноременная передача, передающая вращение от электродвигателя ножевому барабану и закрепленным на его валу сменным режущим рабочим органом с частотой  $75 \text{ с}^{-1}$  (на холостом ходу). На конусном конце вала ножевого барабана установлен патрон для крепления фрез диаметром 8,12 и 125 мм и сверл по дереву. Прижимное приспособление устанавливается и крепится сверху машины и состоит из литого алюминиевого корпуса, двух стержней с кронштейнами и прижимами, двух осей с роликами и винта с гайкой для регулирования

прижимного усилия. Приспособление для пиления включает пильный диск 1, прямую 2 и угловую 10 плиты, направляющую линейку 5, кронштейн 6 и направляющие стержни 7 и 8. Приспособление фиксируется в заданном положении с помощью барашковых гаек 9. Угол наклона стола для пиления регулируется в диапазоне  $0...45^\circ$ , угол распила без поворота стола может составлять  $0...45^\circ$ . При подготовке к пилению выбирают и устанавливают пильный диск нужного диаметра, закрепляют направляющие стержни, угловую плиту, стол для пиления, защитное приспособление нож 4 с козырьком 3 и направляющую линейку.

Машина обеспечивает наибольшую глубину пропила 45 мм, ширину строгания за один проход 200 мм, наибольшую глубину строгания за один проход 2 мм. 581 Распиловочная машина (рис. 21.10, б) применяется для распиловки досок и брусков при устройстве дощатых полов и резки паркетных планок при устройстве паркетных полов. Она укомплектована сменными пильными дисками с различным числом зубьев.



**Рис. 21.10. Машины для распиловки и обработки древесины:** а – деревообрабатывающая машина; б – распиловочная машина

В состав машины входят асинхронный однофазный электродвигатель с двойной изоляцией мощностью 0,9 кВт,

одноступенчатый редуктор, пильный диск 5 диаметром 200 мм, вращающийся с частотой  $40 \text{ с}^{-1}$  (на холостом ходу), и защитное приспособление, включающее нож 3 и козырек 8 для автоматического прикрытия пилы во время работы. Крутящий момент от электродвигателя передается пильному диску через одноступенчатый редуктор. На корпусе редуктора посредством кронштейнов закреплена плита 10 с направляющей планкой 9, которая может перемещаться по направляющим стержням 1 в вертикальной плоскости и устанавливаться под углом  $0..45^\circ$ . В заданном положении плита фиксируется барашковыми гайками 2. При распиловке паркетных планок под углом применяют поворотный уголок 6 с фиксатором 7, устанавливаемый под нужным углом пропила на каретке 4, движущейся вместе с паркетной планкой по направляющей 11. Для распиловки брусков и досок в продольном направлении применяют пильные диски с числом зубьев 24, при поперечном – с числом 36. При распиловке паркетных планок используют диски с числом зубьев 96. Машина обеспечивает наибольшую глубину пропила древесины 60 мм. Максимальный габарит распиливаемого материала  $200 \times 20 \times 5 \text{ мм}$ . Машина подключается к сети однофазного переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц.

**Рубанки** (рис. 21.11) предназначены для строгания различных деревянных изделий. Рабочим органом служит вращающийся барабан 8 с закрепленными на его периферии двумя ножами, приводимый в движение электродвигателем 4 через клиноременную передачу или зубчатый редуктор. Корпус 2 рубанка с рукояткой 6 и пусковым устройством 5 в задней части опирается на заднюю плиту 7 и переднюю опору 1. Толщину снимаемой стружки регулируют винтом 3, изменяющим высотное положение опоры 1.

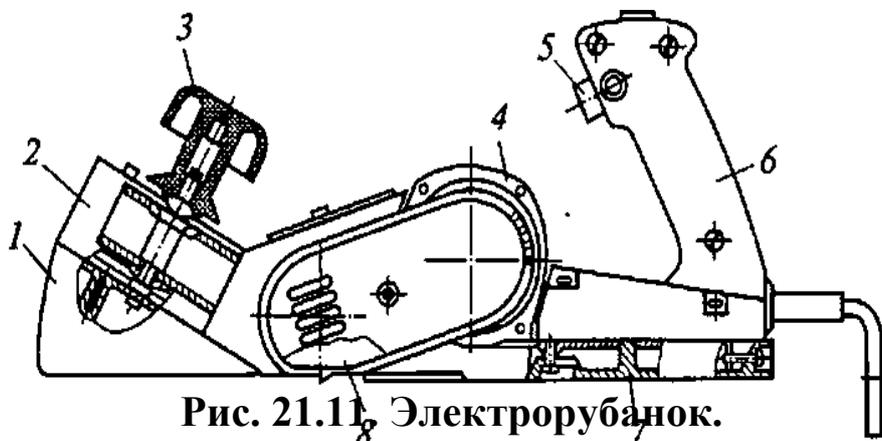


Рис. 21.11. Электрорубанок.

Основными параметрами рубанков являются ширина (75...160 мм) и глубина (1...3 мм) строгания за один проход. Для строгания рубанок перемещают вручную по обрабатываемой поверхности в пределах захватки, после чего его возвращают на исходную позицию для строгания смежной полосы или повторного прохода по прежней полосе. Рубанок можно использовать также в стационарном варианте, установив его неподвижно на верстаке ножами вверх и перемещая вдоль него обрабатываемую деталь. Для этого верстак оборудуют горизонтально установленными плоскими направляющими строго в плоскости опорных плит рубанка.

Рабочие органы машин для обработки древесины имеют множество острых кромок, движущихся с высокой скоростью, в связи с чем эти машины являются средствами повышенной опасности. В числе мер их безопасной эксплуатации органы управления этими машинами выполняют таким образом, чтобы движение рабочему органу передавалось только при удержании пускового устройства (курка, рукоятки) пальцем руки оператора, а при его отпуске машина останавливалась бы. Эта мера исключает возможность работы неуправляемой машины. Защитные кожухи пил и стационарных рубанков закрывают рабочие органы и инструменты на холостом ходу. По окончании процесса резания они автоматически возвращаются в исходное положение.

Эксплуатационная производительность деревообрабатывающих машин определяется по формуле:

$$P_3 = b \cdot h \cdot v_n \cdot K_y \cdot K_B; \quad \text{м}^3/\text{с} \quad (21.1)$$

где  $b$  и  $h$  – соответственно ширина и глубина пропила (для дисковой пилы и лобзика), гнезда (для долбежника), строгания или фрезерования (для ножевых барабанов и фрез), м;  $v_n$  – скорость подачи рабочего органа, м/с;  $K_y$  – коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки древесины;  $K_B$  – коэффициент использования машины по времени.

**Пневматический инструмент.** При производстве строительномонтажных и отделочных работ получили пневматические ручные машины, источником энергии которых служит атмосферный воздух, сжатый до 0,5...0,7 МПа в компрессорах. По сравнению с электрическими пневматические машины легче, портативнее, проще

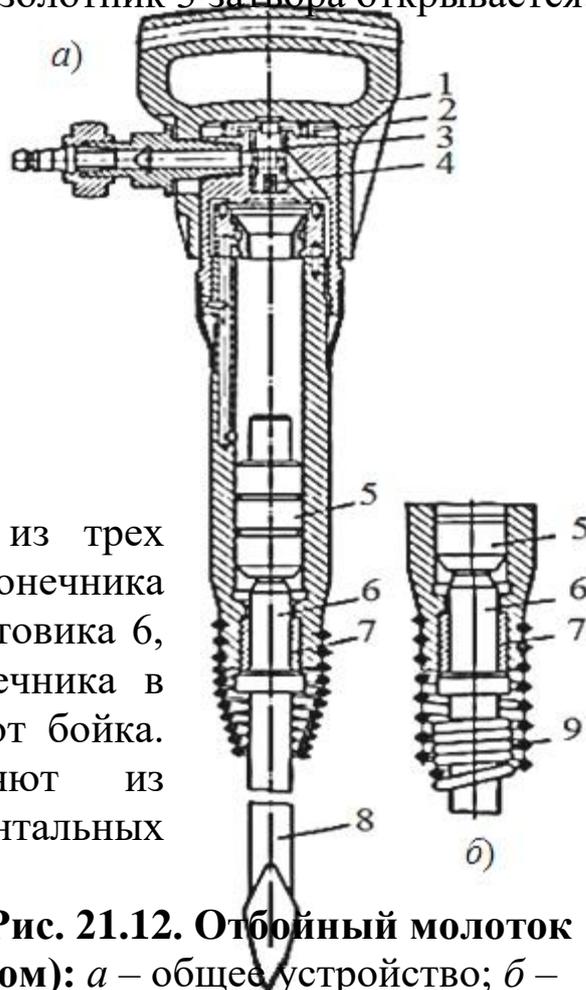
по конструкции, нечувствительны к перегрузкам, обладают большей удельной мощностью, более надежны и безопасны в эксплуатации. Однако пневматические машины имеют низкий к.п.д. (8...16%) и расходуют электроэнергию в среднем в 7...9 раз больше (поскольку для привода компрессора необходим двигатель большой мощности), а также требуют дополнительных эксплуатационных расходов на сооружение трубопроводов – воздухопроводов с приборами для очистки воздуха и на обслуживание компрессорной установки. По принципу действия различают вращательные, ударные и ударно-вращательные пневмомашин.

***Пневматические машины ударного действия.*** Молотки различного назначения (отбойные, рубильные и клепальные) и ломы аналогичны по конструкции. Принцип их действия основан на преобразовании энергии сжатого воздуха в механическую работу поршня-бойка, движущегося возвратно-поступательно в цилиндре ствола машины и наносящего периодические удары по хвостовику рабочего инструмента. Возвратно-поступательное движение поршня-бойка обеспечивается с помощью воздухораспределительного устройства клапанного или золотникового типа, приводимого в действие сжатым воздухом. Воздухораспределительное устройство осуществляет впуск сжатого воздуха в цилиндр ствола поочередно в камеры прямого (рабочего) и обратного хода поршня-бойка и выпуск отработанного воздуха в атмосферу. Сжатый воздух к воздухораспределителю подается через пусковое устройство. К группе пневматических инструментов ударного действия, рабочий орган которых совершает поступательно-возвратное движение, относятся отбойные, рубильные и клепальные молотки, бетоноломы и т.п. Современные пневмомолотки и ломы – комплексно виброзащищенные машины, у которых ударный узел отделен от корпуса, удерживаемого оператором, упругими элементами. Они оснащены глушителями для снижения уровня шума. Основными параметрами являются энергия единичного удара и частота ударов. Отбойные молотки используются при разработке карьеров камня и глины, при разработке мерзлого грунта, для пробивки отверстий, проемов, углублений и борозд в стенах и перекрытиях, при разработке старых сооружений, а также для разборки бетонной кладки и дорожных покрытий. Отбойные молотки имеют широкое распространение в угольной и горнорудной промышленности. На рис. 21.12, а показан отбойный молоток с автоматическим пусковым

устройством и воздушным затвором золотникового типа. При нажатии на рукоятку 1 пружины 2 возврата рукоятки и пружина 4 золотникового затвора сжимаются, и золотник 3 затвора открывается.

Как только нажатие на рукоятку прекратится, рукоятка под действием пружин возврата отжимается, а под действием пружины 4 золотник перекрывает воздушные каналы, прекращая подачу воздуха в инструмент. Рабочий наконечник 8 воспринимает удары поршня-бойка 5 и передает его обрабатываемому материалу.

Наконечник обычно состоит из трех частей: собственно рабочей части наконечника – пики, коронки, зубила и т.п.; хвостовика 6, служащего для закрепления наконечника в буксе 7 и для восприятия удара от бойка. Рабочие наконечники изготавливают из высокоуглеродистых инструментальных сталей.



**Рис. 21.12. Отбойный молоток (бетонолом):** *а* – общее устройство; *б* – приспособление для удержания наконечника.

Наконечники, работающие в тяжелых условиях (например, при обработке весьма крепких камней), изготавливают из легированных инструментальных сталей с последующей специальной термообработкой. С целью увеличения стойкости и уменьшения износа наконечников применяется электроискровое упрочнение острия наконечника твердыми сплавами. Концевые буксы и удерживающие приспособления (рис. 21.12,б) служат для закрепления рабочего наконечника в инструменте и создания ему определенного направления при работе. Наиболее простым удерживающим приспособлением является пружина 9 специальной навивки. Отбойные молотки рассчитаны на рабочее давление воздуха 0,5...0,6 МПа; ударник молотка делает 700...2400 ударов в 1 мин, причем более мощные и тяжелые инструменты имеют меньшее число ударов. Работа

одного удара составляет 30...50 Н·м, а расход свободного воздуха – 1,3...1,4 м<sup>3</sup>/мин; масса молотка 8...10 кг.

**Лопаты-ломы (бетоноломы).** По конструкции и принципу действия бетоноломы сходны с отбойными молотками, но мощнее их и предназначены для выполнения более тяжелых работ. Лопаты-ломы снабжаются двумя следующими сменными рабочими инструментами: лопатой и ломом. Рабочее давление воздуха – 6 ат, число ударов – 900...1200 в 1 мин, работа одного удара – 70...80 Н·м, расход свободного воздуха – 1,2...1,6 м<sup>3</sup>/мин, масса лопатылома – 18...30 кг

**Выбор компрессора и расчет воздухоподводящей сети.** Расчетная производительность компрессора для питания группы пневмомашин

$$P_k = \sum Q_i \cdot n_i \cdot k_1 \cdot k_2, \text{ м}^3/\text{с} \quad (21.2)$$

где  $\sum Q_i = Q_{1C_1} + Q_{2C_2} + Q_{3C_3} + Q_{4C_4} + \dots + Q_{nC_n}$  – суммарный расход воздуха машинами;  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, \dots, Q_n$  – расход воздуха одной машиной, м<sup>3</sup>/с;  $C_1, C_2, C_3, C_4, \dots, C_n$  – количество однотипных машин;  $k_1$  – коэффициент одновременности работы машин; при изменении количества одновременно работающих машин с 2 до 30  $k_1$  уменьшается от 0,9 до 0,53;  $k_2$  – коэффициент, учитывающий потери воздуха в магистралях, шлангах и машинах ( $k_2 = 1,2 \dots 1,35$ ).

Минимально допустимый диаметр питающего трубопровода или шланга:

$$d = 88 \sqrt{Q_{\text{ЭКВ}}^2 \cdot L_{\text{ЭКВ}} / \Delta p}, \text{ мм} \quad (21.3)$$

где  $Q_{\text{ЭКВ}}$  – расход воздуха на данном участке, м<sup>3</sup>/мин;  $\Delta p = 15,0 \dots 1,0$  – минимально допустимые потери давления, Па;  $L_{\text{ЭКВ}} = l_{\Gamma} + l_{\text{М}}$  – эквивалентная длина участка, м;  $l_{\Gamma}$  – геометрическая длина участка, м;  $l_{\text{М}}$  – местные потери давления в арматуре, м.

### Контрольные вопросы.

1. Какие машины относятся к ручным? Приведите их классификацию по принципу действия, характеру движения рабочего органа, режиму работы, назначению и области применения, виду привода, конструктивному исполнению. Как индексируют ручные машины?

2. Охарактеризуйте классы защиты ручных электрических машин. Каким требованиям должна отвечать ручная машина?

3. Какие машины применяют для образования отверстий в различных материалах? Как устроены, как работают и каковы основные параметры ручных сверлильных машин вращательного и ударно-вращательного действия; ручных электромеханических, электромагнитных и пневматических перфораторов.

4. Какие машины применяют для крепления изделий и сборки конструкций? Как устроены, как работают и каковы основные параметры частоударных и редкоударных гайковертов, шуруповертов, резьбонарезных машин; пороховых, пневматических гвоздезабивных, электромагнитных и клепальных молотков?

5. Какие машины применяют для шлифования материалов? Как устроены, как работают и каковы основные параметры пневматических и электрических шлифовальных машин, машин с гибким валом, плоскошлифовальных и ленточно-шлифовальных машин? Для чего и как стабилизируют частоту вращения рабочего органа шлифовальной машины? Какими рабочими инструментами комплектуют шлифовальные машины? Охарактеризуйте их.

6. Каковы особенности управления деревообрабатывающими машинами, связанные с обеспечением их безопасной работы?.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.**

1. Борисов Ю. М., Соколов М.М. Электрооборудование подъемно-транспортных машин: Учеб. для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1971. - 376 с.
2. Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины: Учеб. для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 536 с.
3. Васильев А. А. Дорожные машины: Учеб. для техникумов.-3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 416 с.
4. Волков С.А., Евтюков С.А. Строительные машины. Учебник. Изд. ДНК. Санкт-Петербург. 2012 г.
5. Волков Д.П., Крикун В.Я. Строительные машины и средства малой механизации. Учебник для вузов. Изд. Мастерство. Саратов. 2002 г.
6. Vafoyev S.T. Qurilish mashinalari. Darslik. Tashkent-2014 y.
7. Давидович П. Я., Крикун В. Я. Траншейные роторные экскаваторы. - М: Недра, 1974. - 320 с.
8. Добронравов С. С. Строительные машины и оборудование: Справочник. - М.: Высш. шк., 1991. — 456 с.
9. Дроздов А. Н. Ручные машины для строительного-монтажных работ: Учеб. пособие. - М.: МГСУ, 1999. - 252 с.

10. Евдокимов В. А. Механизация и автоматизация строительного производства: Учеб. пособие для вузов. - Л.: Стройиздат. Ленингр. отд. 1985. - 195 с.
11. Колесниченко В. В. Справочник молодого машиниста бульдозера, скрепера, грейдера. - М.: Высш. шк., 1988. - 224 с.
12. Мартынов В.Д., Алешин Н.И., Морозов Б. П. Строительные машины и монтажное оборудование: Учеб. для вузов. - М.: Машиностроение, 1990. -352 с.
13. Невзоров Л.А., Гудков Ю.И., Полосин М.Д. Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов: Учеб. для нач. проф. образования. - М. Изд. центр «Академия», 2000. - 448 с.
14. Панкратов Г. П. Двигатели внутреннего сгорания, автомобили, тракторы и их эксплуатация. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1984. 296 с.
15. Раннеев А. В. Одноковшовые строительные экскаваторы: Учеб. - М.: Высш. шк., 1991.
16. Раннеев А. В., Полосин М.Д. Устройство и эксплуатация дорожно- строительных машин: Учеб. для нач. проф. образования. - М. Изд. центр «Академия», 2000. - 488 с.
17. Сидоров В. И. Автоматизация работы строительных машин: Учеб. для техникумов. - М.: Стройиздат, 1989. - 240 с.
18. Строительные машины: Учеб. для вузов / Д.П.Волков, Н.И.Алешин,
19. Хархута Н.Я. Машины для уплотнения грунтов. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд.1973- 176 с.
20. Шкундин Б. М. Оборудование для гидромеханизации земляных работ. - М.: Энергия, 1970. - 240 с.
21. Экскаваторы непрерывного действия: Учеб. пособие 3. Е. Гарбузов, В. М.Донской и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк.,1980. 303 с

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	3
.....	
<b>Глава 1. Общие сведения о механизации и автоматизации строительства</b> .....	6
1.1. Основные виды строительных работ, их механизация и основные показатели оценки ее уровня.....	6
1.2. Основные термины и определения.....	9
<b>Глава 2. Общие сведения о строительных машинах и оборудовании</b> .....	12
2.1. Исторические сведения о развитии строительных машин.....	12
2.2. Определения строительных машин и оборудований.....	15
2.3. Параметры машины. Типоразмер и модель.....	17
2.4. Общая классификация строительных машин.....	18
2.5. Устройства строительных машин и оборудований.....	22
2.6. Производительность строительной машины.....	24
2.7. Общие требования к строительным машинам.....	27
2.7. Общие требования к строительным машинам.....	29
<b>Контрольные вопросы</b> .....	31
<b>Глава 4. Системы управления строительных машин</b> .....	43
<b>Контрольные вопросы</b> .....	53

<b>Глава 5. Гидравлические и пневмотическме приводы.....</b>	<b>54</b>
5.1. Гидравлические приводы.....	54
5.2. Пневматический привод.....	69
<b>Контрольные вопросы.....</b>	<b>73</b>
<b>Глава 6. Ходовое оборудование строительных машин.....</b>	<b>75</b>
6.1. Виды ходового оборудования и их характеристики.....	75
6.2. Гусеничное ходовое оборудование.....	78
6.3. Пневмоколесное и рельсовые ходовое оборудование.....	81
6.4. Тяговые расчеты.....	88
<b>Контрольные вопросы.....</b>	<b>91</b>
<b>Глава 7. Транспортирующие машины и оборудование.....</b>	<b>93</b>
7.1. Ленточные, пластинчатые конвейеры и элеваторы.....	93
7.2. Пневмотранспорт сыпучих материалов.....	96
<b>Контрольные вопросы.....</b>	<b>10</b>
<b>Глава 8. Машины для земляных работ, общие сведения.....</b>	<b>10</b>
8.1. Виды земляных сооружений.....	10
8.2. Способы разработки грунтов.....	10
8.3. Свойства грунтов, влияющие на трудность их разработки.....	10
8.4. Взаимодействие рабочих органов землеройных машин с грунтом...	11
8.5. Общая классификация машин и оборудования для разработки грунтов.....	12
.....	3

<b>Контрольные</b>	12
<b>вопросы.....</b>	5
<b>Глава 9. Одноковшовые экскаваторы.....</b>	12
	6
9.1. Общие сведения.....	12
	6
9.2. Строительные экскаваторы.....	12
	9
9.3. Гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата.....	13
	5
.....	
9.4. Гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием прямая лопата.....	14
	8
.....	
9.5. Погрузочное рабочее оборудование.....	15
	0
9.6. Гидравлические грейферы.....	15
	1
9.7. Экскаваторы-планировщики.....	15
	5
9.8. Оборудование для рыхления грунтов.....	15
	8
9.9. Неполноповоротные гидравлические экскаваторы.....	16
	0
9.10. Экскаваторы с гибкой подвеской рабочего оборудования. (канатные экскаваторы).....	16
	3
<b>Контрольные</b>	17
<b>вопросы.....</b>	4
<b>Глава 10. Экскаваторы непрерывного действия.....</b>	17
	7
10.1. Общие сведения.....	17
	7
<b>Контрольные</b>	18
<b>вопросы.....</b>	6
<b>11. Землеройно-транспортные машины.....</b>	18
	8

11.1.	Общие	18
сведения.....		8
11.2.		18
Скреперы.....		9
..		
11.3.		19
Бульдозеры.....		7
.		
11.4.		20
Автогрейдеры.....		9
....		
<b>Контрольные</b>		21
<b>вопросы.....</b>		6
<b>Глава 12. Бурильные машины.....</b>		21
		8
12.1.	Способы бурения.	Буровой
инструмент.....		21
		8
<b>Контрольные</b>		22
<b>вопросы.....</b>		7
<b>Глава 13. Машины для разработки прочных и мерзлых</b>		
<b>грунтов.....</b>		22
		8
13.1. Общие сведения о машинах и оборудований для		
разработки прочных и мерзлых		22
грунтов.....		8
<b>Контрольные</b>		24
<b>вопросы.....</b>		2
<b>Глава 14. Машины для уплотнения грунтов.....</b>		24
		3
14.1. Общие сведения о грунтоуплотняющих		24
машинах.....		3
<b>Контрольные</b>		26
<b>вопросы.....</b>		1
<b>Глава 15. Технические средства для гидромеханизации.....</b>		26
		3
15.1.	Общие	26
сведения.....		3
<b>Контрольные</b>		27
<b>вопросы.....</b>		6

<b>Глава 16. Машины и оборудование для погружения свай...</b>	27
	8
16.1. Способы устройства свайных фундаментов.....	27
	8
<b>Контрольные вопросы.....</b>	30
	7
<b>Глава 17. Машины и оборудование для переработки каменных материалов.....</b>	30
	8
17.1. Общие сведения.....	30
	8
17.2. Машины для измельчения (дробления) каменных материалов.....	30
	9
17.3. Сортировочные машины.....	32
	4
17.4. Гидравлические классификаторы и моечные машины.....	33
	0
<b>Контрольные вопросы.....</b>	33
	2
<b>Глава 18. Машины и оборудование для приготовления бетонных смесей и строительных растворов.....</b>	33
	4
18.1. Дозаторы.....	33
	4
18.2. Смесительные машины для приготовления бетонных смесей и растворов.....	34
	0
<b>Контрольные вопросы.....</b>	35
	6
<b>Глава 19. Машины и оборудование для бетонных работ....</b>	35
	8
19.1. Бетононасосные установки.....	35
	8
19.2. Машины и оборудование для укладки и распределения бетонной смеси.....	36
	5
.....	

19.3. Оборудование для уплотнения бетонной смеси.....	36
	8
<b>Контрольные вопросы.....</b>	<b>37</b>
	2
<b>Глава 20. Машины для изготовления арматурных изделий..</b>	<b>37</b>
	3
20.1. Станки для резки арматурной стали.....	37
	3
20.2. Правильно-отрезные станки.....	37
	7
20.3. Установки для напряженного армирования железобетонных элементов.....	39
	0
.....	
<b>Контрольные вопросы.....</b>	<b>39</b>
	1
<b>Глава 21. Ручные машины.....</b>	<b>39</b>
	2
21.1. Общие сведения.....	39
	2
21.2. Ручные машины для образования отверстий.....	39
	5
21.3. Ручные машины для шлифования материалов.....	40
	7
21.4. Электрические машины для обработки древесины.....	41
	0
<b>Контрольные вопросы.....</b>	<b>41</b>
	8
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>41</b>
	9

Учебное издание

**КАРИМОВ МАКСУД САМАДОВИЧ  
МИРЗАЕВ БАХОДИР СУЮНОВИЧ  
ВАФАЕВ САФО ТУРАЕВИЧ.**

## **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ**